

B77

(54) SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT

(11) 63-52463 (A) (43) 5.3.1988 (19) JP

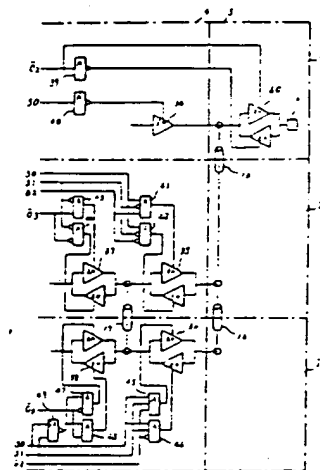
(21) Appl. No. 61-195433 (22) 22.8.1986

(71) HITACHI LTD (72) HIDEKAZU MINAMI

(51) Int. Cl. H01L27/00; H01L21/66; H01L25/08

PURPOSE: To improve diagnosing data forming efficiency by providing means for cutting a logic signal between chip layers with respect to a circuit, and means for connecting chips via a diagnosing through hole, and selecting at least one of a plurality of laminating chips to diagnose it.

CONSTITUTION: At a normal operation time, signals S_0 , S_1 are both "0", a dry state gate 34 is a connected state, bidirectional dry state gates 37, 38 are connectible state, and bidirectional dry state gates 35, 36 are disconnected state. Accordingly, logic units 4 of all chip layers become operative. A signal fed via the gates 37, 38 and a logic through hole 17 between chips is fed from a third chip layer 22 to a second chip layer 21 when an O_1 signal is "0", and fed from the layer 21 to the layer 22 when the O_1 signal is "1". The logic unit 4 of a first chip layer 20 is selected when S_0 is "0" and S_1 is "1", of the layer 21 is selected when S_0 is "1" and S_1 is "0", and of the layer 22 is selected when both S_0 and S_1 are both "1", and the layer is diagnosed via the diagnosing through hole 15 between the chips.



2: 777

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-52463

⑪ Int. Cl.⁴H 01 L 27/00
21/66
25/08

識別記号

3 0 1

庁内整理番号

B-8122-5F
7168-5F
B-7638-5F

⑬ 公開 昭和63年(1988)3月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 半導体集積回路

⑮ 特 願 昭61-195433

⑯ 出 願 昭61(1986)8月22日

⑰ 発 明 者 南

英 一

神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所神奈川工場内

⑱ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男

外1名

明 細 書

1 発明の名称

半導体集積回路

2 特許請求の範囲

LSIチップを絶縁物を介して複数個積層した3次元実装の半導体集積回路において、所定の論理機能を果たす各層における論理部と、該論理部と外部回路とを接続する入出力部と、積層されたチップの論理部同士を接続するチップ間論理用スルーホールと、チップ間論理用スルーホールとは別に診断用としてチップ間に設けた診断用スルーホールと、前記チップ間論理用スルーホール及びチップ間診断用スルーホールを回路的に接続、切断する手段とからなり、該手段は集積回路の通常動作時には前記チップ間論理用スルーホールを接続状態、前記チップ間診断用スルーホールを切断状態とし、診断時にはチップ間論理用スルーホールを切断状態、前記チップ間診断用スルーホールを接続状態とするよう制御し、積層された複数個のチップのうち、少なくとも1つを選択して診断

できるようにしたことを特徴とする半導体集積回路。

3 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、LSIチップを複数個3次元に積層した半導体集積回路に関する。

(従来の技術)

半導体集積回路はゲート規模の増大の一途を辿っており、最近では1チップが数万ゲート〜十万ゲートのものもできている。半導体集積回路のゲート規模を増大させるために採られた手段には次のようなものがある。

(1) 回路素子を含めた配線の微細化

(2) 半導体基板の大形化

(3) ハイブリッド実装

これらは、いずれも2次元の範囲内でのゲート規模の増大をねらったものである。

ところで、今後ゲート規模を飛躍的に拡大するには、チップの3次元積層が必須であり、現に3層の三次元回路の試作例が公知(コンピュータデ

ザイン (COMPUTER DESIGN) 1985年5月号 P.23-24)にある。この例は各チップ層がそれぞれ単独に動作するものであり、スルーホールによりチップ間が回路的につながり動作するものではない。しかしチップをスルーホールを介して回路的につながり研究も進んでおり、現在積層されたチップがスルーホールで接続された多層化回路の試作例が朝日新聞1986年2月5日号 P.16 に紹介されている。

(発明が解決しようとする問題点)

3次元回路の研究が進めば、1個の半導体集積回路は数10万〜数100万ゲートの規模となる。一方、ピン数は実装上の制約から、ゲート数の増大に比例して増えることは期待できない。そのためかかる半導体集積回路の診断を如何にするかの問題が生じる。現在今でも診断データの作成には多大の工数と計算機使用時間を受けているのが実情である。ゲート規模が増えれば、テストデータの量を増やしても限られたピン数のもとでは診断効率の向上が望めない。またゲート規模が診断プ

ログラムの処理能力を超え、診断データを作成できなくなることもあり得る。

本発明の目的は、絶縁物を介して積層された複数のLSIチップをスルーホールで接続した半導体集積回路において、該積層された複数のチップのうち、少なくとも1つを選択して診断できる半導体集積回路を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明の特徴とするところは、絶縁物を介して積層された複数のLSIチップをスルーホールで接続した半導体集積回路において、該積層された複数のチップのうち、少なくとも1つを選択して診断できるようにするため、所望の機能を構成する論理部同志を接続するチップ間論理用スルーホールおよび、該チップ間論理用スルーホールとは別に診断用としてチップ間に設けたチップ間診断用スルーホールを回路的に接続し、かつ切断する手段を設ける。

(作用)

チップ間診断用スルーホールを回路的に接続、

切断する手段により、診断時にはチップ間論理用スルーホールを切断状態、チップ間診断用スルーホールを接続状態として診断を可能とする。

(発明の実施例)

以下、本発明の実施例を図面により説明する。

第1図は本発明の基本となる半導体集積回路の断面斜視図であり、半導体集積回路1は絶縁層3を介してチップ層2が複数個積層されている。同図ではチップ層2は3個の層を示している。各チップ層2は、論理部4と入出力部5から成り、論理部4は集積回路の所定の論理機能を構成する部分であり、また入出力部5は集積回路が外部と信号を送受する部分である。

第2図は、最上位層のチップ層2の平面構成図である。入出力部5には入出力ゲート8がある。入出力ゲート8の一方は信号用ボンディングパッド6と接続し、他方は診断用パッド9を介して論理部4と接続する。入出力部5には電源供給用パッド7も複数個配置されている。論理部4には集積回路の基本素子であるセル10があり、該セル10

は図示していない絶縁層を介して積層された3層の直交する配線と相互に接続される。即ちこれらの直交する配線は、第1層配線11、第1層配線11と直交する第2層配線12、第2層配線12と直交する第3層配線13から成る。第1層配線11はセル10のゲート配線の役目も有する。第1層配線11と第2層配線12とはチップ内第1種スルーホール14で接続する。第2層配線12と第3層配線13とはチップ内第2種スルーホール15で接続する。

第3図は下位層のチップ層2の平面構成図である。同一符号のものは、第2図に述べたものと同じである。第3図は入出力部5の構成要素の一例を示す。第3図には入出力ゲート8と信号用ボンディングパッド6がない。全てのチップ層2の電源供給用パッド7は図示していないスルーホールを介して接続する。

第4図は本発明の集積回路の入出力部5におけるチップ間のつながりを示している。入出力ゲート8と接続する診断用パッド9はチップ間診断用

3(2)

作成で

された強
えした半
波個のチ
診断でき
。

を介して
スルーホー
ルを透過さ
れつを通
り機能を構
成するスル
ーホー
ルを介して
スルーホー
ルを透過さ
れつを通
り機能を構
成するスル
ーホー

的に接続、

置かれた3層
、即ちこれら
線11と直交す
る。第1層配
線も有する。第1
層内第1層ス
ルーホールと第3層配
線15で接続す

平面図であ
る。述べたものと同
力部5の構成要
入出力ゲート8
はない。全てのチ
ップ図示してい

入出力部5にかけ
ている。入出力ゲ
ートはチップ間診断用

スルーホール16を介して他のチップ層2の診断用
パッド9と接続する。

第5図は本発明の集積回路の論理部4における
チップ間のつながりを示している。ゲート10と接
続するパッド19はチップ間論理用スルーホール17
を介して他のチップ層2のパッド10と接続する。

本発明の半導体集積回路の実施例では、各チ
ップ層2で共通に使用される信号(以下チップ層共
用信号という)がある。チップ層共用信号には、
スキャン系信号(スキャンモード信号、スキャン
アドレス信号、スキャンクロック信号、スキャン
データ信号)、システムリセット信号、システム
クロック信号、チップ層選択信号がある。

第6図はスキャンデータ信号を除くチップ層共
用信号の経路を示す接続図である。第1チップ層
20においては信号用ボンディングパッド6が入力
ゲート19の入力端子に接続する。入力ゲート19
の出力端子はチップ間診断用スルーホール16を介
して第2チップ層21及び第3チップ層22における
論理部4内ゲート23、24、25の入力端子と接続

切断又は接続する1つの回路構成例である。同一
符号のものは、これまでに述べたものと同一の素
子等を示す。同図において、第3チップ層22のト
ライステートゲート27は出力端子が該層の他のト
ライステートゲート64の入力端子へ、またチップ
間論理用スルーホール17を介して第2チップ層21
のトライステートゲート26の入力端子へ、さらに
第2チップ層21の他のトライステートゲート63の
出力端子へそれぞれ接続する。また、第3チップ
層22のトライステートゲート64の出力端子は、チ
ップ間診断用スルーホール16を介して第2チップ
層21のトライステートゲート63の入力端子へ、さ
らに別のチップ間診断用スルーホール16を介して
第1チップ層20のトライステートゲート62の出力
端子並びに入出力双方向トライステートゲート
65の論理部側端子と接続する。入出力双方向トラ
イステートゲート65の他の端子はボンディングパ
ッド6と接続する。入出力双方向トライステート
ゲート65で出力トライステートゲートのイネー
ブル端子は出力制御信号01と接続し、入力トライ

する。

次にチップ層共用信号のうち、チップ層選択信
号について説明する。このチップ層選択信号には
80と81の2本がある。80と81の値を変えると
により、第7図に示すように4つの状態を作る。
つまり80,81がともに"0"のとき該集積回路は
通常動作状態である。また80が"0"、81が"1"
のとき第1チップ層20が診断状態、80が"1"、
81が"0"のとき第2チップ層21が診断状態、そ
して80,81がともに"1"のとき第3チップ層
22が診断状態となるものである。そこで、通常動
作状態ではチップ間論理用スルーホール17は回路
的に接続状態とし、チップ間診断用スルーホール
16は回路的に切断状態とする。診断状態ではチ
ップ間論理用スルーホール17は回路的に切断状態、
チップ間診断用スルーホール16は回路的に接続状
態とし、所望のチップ層を選択して診断できる。

以下、通常動作状態とチップ層診断状態につい
て、第8図～第10図により述べる。

第8図は、チップ層間スルーホールを回路的に

テートゲートのイネーブル端子は出力制御信号01
を反転するインバートゲート28の出力端子と接続
する。トライステートゲート62のイネーブル端子
はチップ層選択信号80を反転するインバートゲ
ート29の出力端子と接続する。トライステートゲ
ート63のイネーブル端子は論理積ゲート30の出力端
子と接続する。論理積ゲート30の入力端子はチ
ップ層選択信号80,81の否定信号と接続する。ト
ライステートゲート26のイネーブル端子はチップ
層選択信号81を反転するインバートゲート31の出力
端子と接続する。トライステートゲート64のイ
ネーブル端子は論理積ゲート32の出力端子と接続
する。論理積ゲート32の入力端子はチップ層選択
信号80,81と接続する。トライステートゲート
27のイネーブル端子は排他的論理和ゲート33の否
定出力端子と接続する。排他的論理和ゲート33の
入力端子はチップ層選択信号80,81と接続する。

以上のような構成であるので、チップ層選択信
号80,81を次のように選ぶことにより各チップ
層間を回路的に切断又は接続することができる。

即ち、通常動作時は S_0, S_1 がともに“0”であり、トライステートゲート62, 26, 27が接続状態、トライステートゲート63, 64が切断状態となる。したがって、各層の論理部4全てが動作状態となる。

第1チップ層20の診断時は、 S_0 が“0”、 S_1 が“1”であり、トライステートゲート62が接続状態、トライステートゲート63, 64, 26, 27が切断状態となる。つまり第1チップ層20のみ導通が確保でき、該層20の診断ができる。

第2チップ層21の診断時は、 S_0 が“1”、 S_1 が“0”であり、トライステートゲート63, 26が接続状態、トライステートゲート62, 64, 27が切断状態となるので、第2チップ層21のみの導通が確保でき、該層21の診断ができる。

第3チップ層22の診断時は、 S_0, S_1 がともに“1”であり、トライステートゲート64, 27が接続状態、トライステートゲート62, 63, 26が切断状態となるので、該層22の診断ができる。

第9図は本発明のチップ間スルーホールを回路

ブル端子は出力制御信号02を反転するインバートゲート37の出力端子と接続する。双方向トライステートゲート37の出力トライステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲート43の出力端子と接続し、入力トライステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲート44の出力端子と接続する。双方向トライステートゲート35の出力トライステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲート41の出力端子と接続し、入力トライステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲート42の出力端子と接続する。双方向トライステートゲート38の出力トライステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲート47の出力端子と接続し、入力トライステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲート48の出力端子と接続する。双方向トライステートゲート36の出力トライステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲート45の出力端子と接続し、入力トライステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲート46の出力端子と接続する。トライステートゲート34のイネーブル端子はチップ選択信号30を反転するイ

的に切断または接続する他の回路構成例である。

第2チップ層21の双方向トライステートゲート37の出力端子は、同チップ層21の他の双方向トライステートゲート35の入力端子、チップ間論理用スルーホール17を介して第3チップ層22の双方向トライステートゲート38の出力端子、および同チップ層22の他の双方向トライステートゲート36の入力端子と接続する。第2チップ層21の双方向トライステートゲート35の出力端子は、チップ間診断用スルーホール16を介して第3チップ層22の双方向トライステートゲート36の出力端子、また別のチップ間診断用スルーホール16を介して第1チップ層20のトライステートゲート34の出力端子、同チップ層20の入出力部双方向トライステートゲート60の入力端子と接続する。入出力部双方向トライステートゲート60の出力端子はボンディングパッド3と接続する。入出力双方向トライステートゲート60で出力トライステートゲートのイネーブル端子は出力制御信号02と接続し、入力トライステートゲートのイネー

ンバートゲート40の出力端子と接続する。論理積ゲート43の入力端子は S_1 の否定信号、出力制御信号03と接続する。論理積ゲート44の入力端子は S_1 の否定信号、03の否定信号と接続する。論理積ゲート41の入力端子は S_0 信号、 S_1 の否定信号、出力制御信号02の否定信号と接続する。論理積ゲート42の入力端子は S_0 信号、 S_1 の否定信号、02の否定信号と接続する。論理積ゲート47の入力端子は排他的論理和ゲート49の否定出力端子、03の否定信号と接続する。論理積ゲート48の入力端子は排他的論理和ゲート49の否定出力端子、03信号と接続する。排他的論理和ゲート49の入力端子は S_0 信号、 S_1 信号と接続する。論理積ゲート45の入力端子は S_0 信号、 S_1 信号、02信号と接続する。論理積ゲート46の入力端子は S_0 信号、 S_1 信号、02の否定信号と接続する。

以上のような構成であるので、チップ層選択信号 S_0, S_1 により以下の通りチップ層間を回路的に切断または接続することができる。

通常動作時は信号 S_0, S_1 がともに“0”であ

(4)

る。
 ート
 方向
 ヅブ間
 層 22
 端子、
 テート
 ヅブ層
 の端子
 して第
 ート56の
 ーホー
 テートゲ
 力部双方
 と接続す
 ト60の出
 する。入
 入力トラ
 制御信号
 のイネー

 る。論理積
 出力制御信
 力端子は81
 。論理積ゲ
 信号、出力
 理積ゲート
 ト、02の否定
 、力端子は排
 03の否定信
 力端子は排他
 13信号と接続
 端子は80信号
 の入力端子は
 。論理積ゲ
 02の否定信

 ヅブ層選択信
 層間を回路的
 る。
 に“0”であ

り、トライステートゲート54が接続状態、双方向
 トライステートゲート37, 38が接続可能状態、双
 方向トライステートゲート55, 56が切断状態とな
 る。したがって、全てのナツブ層の論理部4が動
 作状態となる。双方向トライステートゲート37,
 58, ナツブ間論理用スルーホール17を介する信号
 は03信号が“0”のときは第3ナツブ層22から第
 2ナツブ層21へ流れ、03信号が“1”のときは第
 2ナツブ層21から第3ナツブ層22へ流れる。

80が“0”で、81が“1”のとき第1ナツブ層
 20, 80が“1”で、81が“0”のとき第2ナツブ
 層21, 80, 81がともに“1”のとき第3ナツブ層
 22の各論理部4が選択され、ナツブ間診断用ス
 ルーホール16を介して層別の診断ができる。

第10図は本発明のナツブ間スルーホールを回路
 的に切断または接続する他の回路構成例であり、
 特にデータバス信号に関するものである。

第1ナツブ層20の双方向トライステートゲート
 50の出力端子は同ナツブ層20の入出力部双方向
 トライステートゲート61の入力端子、第2ナツ

のイネーブル端子は論理積ゲート58の出力端子と
 接続し、入力トライステートゲートのイネーブル
 端子は論理ゲート59の出力端子と接続する。論理
 積ゲート54の入力端子は80の否定信号、04信号と
 接続する。論理積ゲート55の入力端子は80の否定
 信号、04の否定信号と接続する。論理積ゲート56
 の入力端子は80信号、81の否定信号、04信号と
 接続する。論理積ゲート57の入力端子は80信号、
 81の否定信号、04の否定信号と接続する。論理
 積ゲート58の入力端子は80信号、81信号、04
 信号と接続する。論理ゲート59の入力端子は80
 信号、81信号、04の否定信号と接続する。

以上のような構成であるので、ナツブ層選択信
 号80, 81により以下の通りナツブ層間を回路的
 に切断または接続することができる。

通常動作時および第1ナツブ層診断時は信号80
 が“0”であり、双方向トライステートゲート50
 が接続可能状態、双方向トライステートゲート51,
 52が切断状態となる。双方向トライステートゲ
 ート50は04信号が“0”のときデータを8 Iの外

ナツブ層21の双方向トライステートゲート51の出力端
 子、第3ナツブ層22の双方向トライステートゲ
 ート52の出力端子と接続する。ナツブ層間にナ
 ヅブ間診断用スルーホール16で接続する。入出力
 部双方向トライステートゲート61の出力端子は
 ボンディングパッド6と接続する。入出力双方向
 トライステートゲート61で出力トライステートゲ
 ートのイネーブル端子は出力制御信号04と接続し
 入力トライステートゲートのイネーブル端子は出
 力制御信号04を反転するインバートゲート53の出
 力端子と接続する。双方向トライステートゲート
 50で出力トライステートゲートのイネーブル端子
 は論理積ゲート54の出力端子と接続し、入力トラ
 イステートゲートのイネーブル端子は論理積ゲ
 ート55の出力端子と接続する。双方向トライステ
 ートゲート51で出力トライステートゲートのイネ
 ーブル端子は論理積ゲート56の出力端子と接続し、
 入力トライステートゲートのイネーブル端子は論
 理積ゲート57の出力端子と接続する。双方向トラ
 イステートゲート52で出力トライステートゲート

から取り込み、04信号が“1”のときデータを8
 Iの外へ取り出す。

80が“1”で、81が“0”のとき第2ナツブ層
 21, 80, 81がともに“1”のとき第3ナツブ層22
 の論理部が選択され、ナツブ間診断用スルーホ
 ル16を介して層別の診断ができる。

なお、第1図はナツブ層が3個の場合を示した
 が、2個以上であれば本発明の本質は変わらない。
 また、第7図はナツブ層選択信号が2つ(80,
 81)の場合を示したが、積層するナツブ層の数に
 合わせて増してもよい。さらに、通常動作と診断
 動作の切り換え、およびナツブ層の選択は2つの
 ナツブ層選択信号(80, 81)で兼ねたが、通常
 動作と診断動作の切り換え用の信号を別に1つ設
 け、前記ナツブ層選択信号はナツブ層の選択のみ
 に使用するようにしてもよい。

また、ナツブ間診断用スルーホール16および診
 断用パッド9は入出力部5に示したが、論理部4
 に設けてもよい。

また、本発明の実施例では、一つのナツブ層2

単位に診断する場合を示したが、複数のチップ層2単位に診断するようにしてもよい。

(発明の効果)

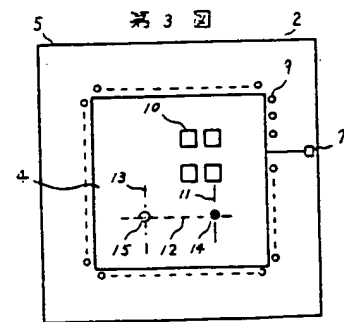
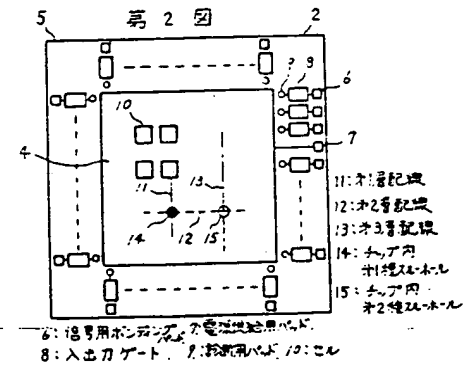
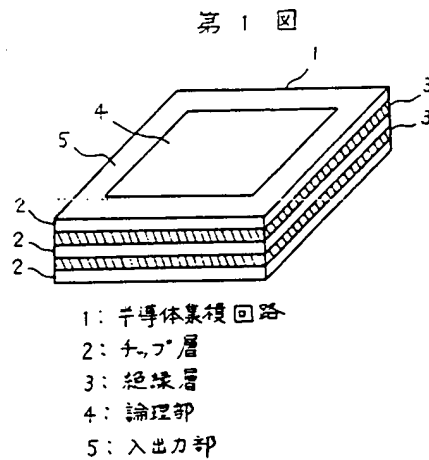
以上述べたように、本発明は、半導体集積回路チップを複数個3次元装填した半導体集積回路において、チップ層間の論理信号を回路的に切断する手段、およびチップ間診断用スルーホールを介して要検する手段を設けたので流通された複数個のチップのうち少なくとも一つを選択して診断できる。このため次のような効果が期待できる。

- (a) 集積回路のピンが診断時に増えたのと等価な効果が得られる。
- (b) 診断データの作成効率が向上する。少ないステップ数で診断率を上げることができる。
- (c) 診断データ作成プログラムの処理可能なゲート規模を超えた集積回路であっても、微塵された個々のチップのゲート規模が診断データ作成プログラムの処理可能な範囲であれば診断データを作成することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例である半導体集積回路の断面斜視図、第2図および第3図は第1図に示すチップ層の平面構成図、第4図は第1図に示す入出力部の部分拡大斜視図、第5図は第1図に示す論理部の部分拡大斜視図、第6図は第1図の入出力部の1部を示す回路図、第7図はチップ層選択信号を説明する図、第8図乃至第10図は論理部、入出力部の構成例を示す回路図である。

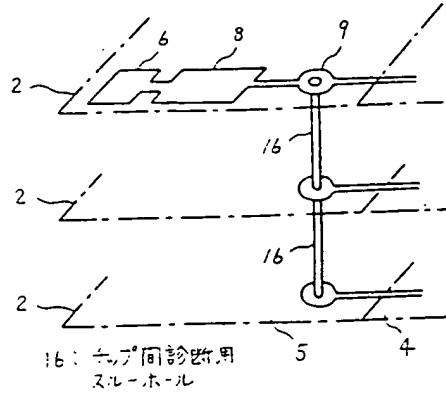
- 1…半導体集積回路
- 2…チップ層
- 4…論理部
- 5…入出力部
- 6, 7…ボンディングパッド
- 8…入出力ゲート
- 16…チップ間論理用スルーホール
- 17…チップ間診断用スルーホール。



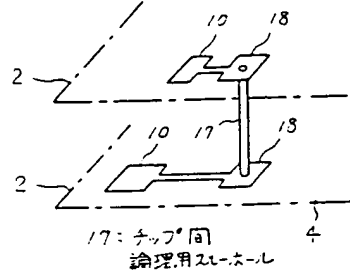
3(6)

乗換回
11図に
図に示
第1図に
第1図の
チップ層
1図は論理
る。
層
1部

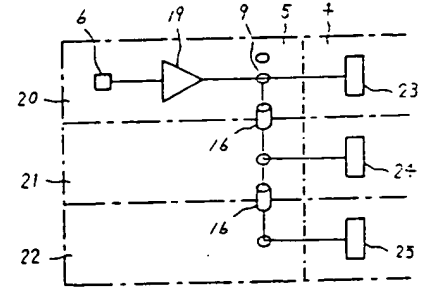
第4図



第5図



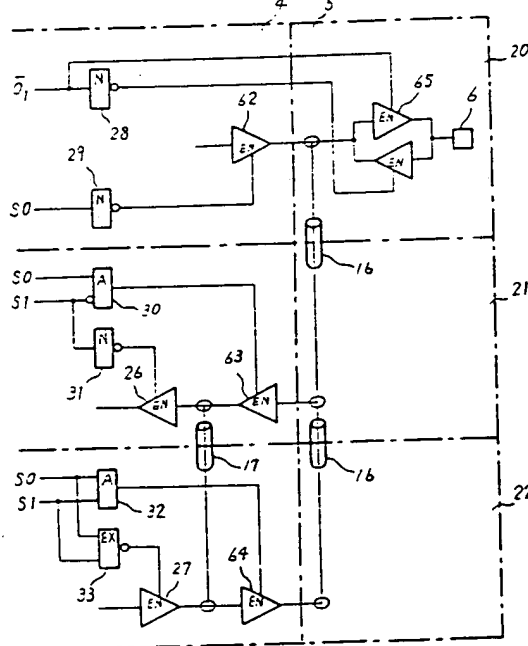
第6図



第7図

S0	S1	状態
0	0	通常動作状態
0	1	第1チップ層診断状態
1	0	第2チップ層診断状態
1	1	第3チップ層診断状態

第8図



第9図

